

# Rentabilité de l'ensilage de maïs par rapport à l'ensilage et au foin de vesce-avoine en Tunisie

M. Fraj, A. Ftirich, K. Arrak

**Le fourrage produit en Tunisie est, en majorité, constitué de foin de vesce - avoine dont la production est faible et la qualité médiocre. Les éleveurs tunisiens de taurillons ont-ils intérêt à diversifier leur production fourragère, en utilisant notamment l'ensilage de maïs ou celui de vesce - avoine ?**

## RÉSUMÉ

Divers enregistrements effectués à l'Ecole Supérieure d'Agriculture de Mateur portent sur le foin ou l'ensilage de vesce - avoine, sur l'ensilage de maïs (potentialités de la culture, valeur alimentaire, prix de revient) et sur la croissance de 3 lots de taurillons nourris avec ces fourrages pendant la phase d'engraissement (poids moyen et ingestion, charges et coûts globaux). Un aliment concentré complète cette ration de base. Les productions sont de 6,3, 8,8 et 13,0 t MS/ha pour le foin, l'ensilage de vesce - avoine et l'ensilage de maïs ; les prix de revient de l'UF sont respectivement de 0,160, 0,071 et 0,044 Dinar tunisien. Les prix de revient d'un kg de gain de poids vif sont estimés respectivement à 1,260, 1,036 et seulement 0,885 Dinar avec l'ensilage de maïs, grâce à sa bonne valeur alimentaire. Ainsi, les marges bénéficiaires sont respectivement de 1 296, 2 503 et 3 733 Dinars/ha, ce qui encourage l'utilisation de l'ensilage et l'introduction du maïs, lorsque c'est possible, pour l'engraissement des taurillons.

## MOTS CLÉS

Association végétale, avoine, croissance pondérale, ensilage, étude économique, foin, maïs, production de viande, production fourragère, taurillon, Tunisie, valeur alimentaire, *Vicia sativa*, zone méditerranéenne.

## KEY-WORDS

Beef bull, beef production, economical study, feeding value, forage production, hay, maize, mediterranean region, oat, plant association, silage, Tunisia, *Vicia sativa*, weight gain.

## AUTEURS

Ecole Supérieure d'Agriculture de Mateur, 7030 Mateur (Tunisie).

**E**n Tunisie, en raison des difficultés rencontrées pour produire en quantité suffisante des fourrages de bonne qualité (ABDOULI et KRAIEM, 1989), une expérimentation a étudié l'intérêt des ensilages de maïs ou de vesce - avoine pour une exploitation où l'on cherche à avoir un système de production autonome (tout les fourrages sont produits sur l'exploitation). Aujourd'hui encore, le foin de vesce - avoine est utilisé pour l'engraissement des taurillons. Dans ce cas, les ensilages ne sont-ils pas préférables au foin traditionnel ?

Divers paramètres ont été utilisés pour comparer ces trois fourrages : la production (en t MS/ha) et sa valeur énergétique (en UF/kg MS), le prix de revient (de 1 kg de MS ou de 1 UF) et la rentabilité (marge à l'hectare) dans le cas d'une production de viande. L'étude, réalisée à l'Ecole Supérieure d'Agriculture de Mateur (E.S.A.M), a également permis d'estimer le prix de revient moyen d'un kg de gain de poids vif pendant l'engraissement de taurillons Pie-Noir à base de foin ou d'ensilage de vesce - avoine, ou d'ensilage de maïs.

Le foin de vesce - avoine (Fva), l'ensilage de vesce - avoine (Eva) et l'ensilage de maïs (Em) ont été distribués *ad libitum* ; un aliment concentré (CC) a été distribué en complément.

## Matériel et méthodes

### ■ Matériel végétal

L'avoine crème (*Avena sativa* L.) et la vesce commune (*Vicia sativa* L.) ont été mélangées, avant le semis, respectivement dans les proportions de 70% et 30% (en nombre de graines viables). Dans un travail antérieur, nous avons constaté que ces proportions permettent d'avoir la meilleure proportion (en % de la matière sèche, MS) de vesce dans les foins (de l'ordre de 30% ; FRAJ, résultats non publiés. L'association a été semée le 15 octobre 1992 sur une parcelle de 10 ha) ; **elle a été récoltée soit en ensilage, soit en foin**. Une moitié de la parcelle a été ensilée le 12 avril 1993, au stade laiteux de l'avoine. L'autre moitié n'a été récoltée qu'au stade pâteux de l'avoine pour en faire du foin. L'année était exceptionnellement favorable à la production fourragère, avec une pluviométrie totale de 448 mm entre septembre 1992 et mars 1993.

**L'ensilage de maïs** a été effectué avec un hybride de maïs (PX-74) irrigué. Le semis a eu lieu entre les 20 et 22 mai 1992 sur une parcelle de 5 ha (juste après un foin de vesce - avoine) à l'aide d'un semoir de précision et à un peuplement de 85 000 plants/ha. L'ensilage, réalisé vers le 10 septembre, a eu lieu au stade pâteux dur, stade optimal d'ensilage (FRAJ et al., 1993).

### ■ Matériel animal

Vingt et un taurillons de race Frisonne - Pie - Noir (FFPN), sevrés à l'âge de 90 à 110 jours, ont été utilisés pour l'essai. La période de pré-engraissement, réalisée à base d'ensilage de sudangrass (*Sorghum*

*sudanense*), a duré 143 jours. Après une période d'adaptation de 2 semaines aux nouveaux régimes, à un poids moyen de 216 kg de poids vif (PV), **les taurillons ont été répartis en 3 lots de 7 pour l'engraissement** proprement dit. Les animaux ont été tout d'abord pesés et classés par ordre de poids vif décroissant, puis répartis selon ce classement de manière à obtenir des poids moyens et une ventilation des poids comparables pour les trois lots.

La complémentation est assurée par un concentré commercial (CC) pour engraissement, composé d'orge, de son, de tourteau de soja, de tourteau d'olives et de CMV.

L'essai a été conduit en stabulation entravée à stalle courte avec litière de paille. L'espace réservé à chaque animal est de 2,1 m<sup>2</sup>.

## ■ Mesures et analyses réalisées

**L'ingéré total** (en kg MS/j) comprend le concentré et la ration de base dont le poids a été estimé par pesées successives des quantités distribuées et de celles refusées (5 mesures par période de 30 jours). Une double pesée à jeun, et à un jour d'intervalle, a été effectuée au début de l'essai et à chaque mois, jusqu'à la clôture de l'essai. Ces pesées ont permis de déterminer l'évolution des poids vifs et des gains moyens quotidiens (GMQ) des différents lots.

Des mesures de **digestibilité** des différents aliments ont été réalisées *in vitro* pour déterminer leurs teneurs en énergie. Les **UF** ont été déterminées en utilisant la formule de BEIREM (1954), cité par DEMARQUILLY (1969). Pour calculer les **matières azotées digestibles** (MAD), nous avons utilisé les formules suivantes :

- pour le foin de vesce - avoine :

$$\text{MAD (g/kg MS)} = 8,895 \text{ MAT (\%)} - 17,315 \text{ (ABDOULI et al., 1991)},$$

- pour l'ensilage de vesce - avoine :

$$\text{MAD (g/kg MS)} = 8,542 \text{ MAT (\%)} - 14,06 \text{ (ABDOULI et al., 1990)},$$

- pour l'ensilage de maïs :

$$\text{MAD (g/kg MS)} = 0,978 \text{ MAT (g/kg MS)} - 37,5 \text{ (JARRIGE et DEMARQUILLY, 1978)},$$

- pour le concentré :

$$\text{MAD (g/kg MO)} = 0,914 \text{ MAT (g/kg MO)} - 22,3 \text{ (JARRIGE et DEMARQUILLY, 1978)}.$$

Les **analyses statistiques** ont été assurées par nos soins grâce au logiciel SAS (version 1993) dans le laboratoire de biométrie de l'ICARDA à Alep (Syrie). Le test de Duncan (5%) a été utilisé pour comparer les moyennes.

## ■ Evaluation des charges et des marges

Pour déterminer le prix de revient d'un kg de gain de poids vif, diverses composantes ont été prises en compte (détail en annexe) ; le coût de la mécanisation a été établi sur la base des frais de location du

Aliment	Teneur MS (%)	Mat. Min. (g/kg MS)	MAD (g/kg MS)	CB (% MS)	MO (g/kg MS)	CUD MO	UF (/kg MS)
Fva	91	102	21	36,2	898	52,8	0,37
Eva	20	103	42	35,7	897	62,8	0,56
Em	26	80	31	23,1	920	75,6	0,83
CC	90	85	130	6,2	916	85,4	1,02

matériel. Grâce aux enregistrements relatifs à chaque culture, il a été possible de déterminer les **charges de production** d'un hectare de chacun des 3 fourrages, ainsi que le prix de revient de l'UF.

Les quantités ingérées (ration de base et concentré) enregistrées ont permis d'évaluer les **charges d'engraissement** en fonction du régime qui, ajoutées aux charges de pré-engraissement et au prix d'achat, ont permis d'évaluer les **charges totales par taurillon**. Tous les taurillons ont été vendus au prix de 2,2 Dinars tunisiens le kg de poids vif.

## Résultats

### ■ Production et valeur alimentaire des fourrages

La composition chimique des 3 fourrages et du concentré utilisés est présentée dans le tableau 1. La composition et la valeur alimentaire des 3 fourrages sont conformes à des essais antérieurs (ABDOULI et al., 1990 ; ABDOULI et al., 1991 ; FRAJ et al., 1993). La faible valeur alimentaire du foin est tout à fait représentative des foins tunisiens (ABDOULI et al., 1991). La valeur alimentaire de l'ensilage de vesce - avoine est nettement supérieure à celle du foin (deux fois plus de MAD et 50% d'UF en plus par kg MS). **L'ensilage de maïs a une valeur énergétique encore supérieure mais il est moins riche en protéines que l'ensilage de vesce - avoine.**

La production de maïs, nettement supérieure à celle de la vesce - avoine, combinée à sa forte teneur en énergie, assure le plus faible coût de l'UF (tableau 2).

### ■ Consommation et croissance des animaux

Le tableau 3 donne l'évolution du poids vif et le GMQ final. **L'ensilage de maïs a permis un GMQ (1 359 g) significativement supérieur (P<0,05) à ceux permis par le foin de vesce - avoine (1 172 g)**

Culture	Production (t MS/ha)	Charges* (D/ha)	Prix de revient* (D/kg MS)	Prix de l'UF* (D/UF)
Fva	6,3	373,5	0,059	0,160
Eva	8,8	346,7	0,039	0,071
Em	13,0	473,8	0,036	0,044

\* 1 Dinar tunisien = 5,26 FF ; 1,9 Dinar tunisien = 10 FF

TABLEAU 1 : Valeur alimentaire et digestibilité des trois fourrages (foin et ensilage de vesce - avoine, ensilage de maïs) et du concentré (CC).

TABLE 1 : *Feeding value and digestibility of three forages (vetch/oat hay, Fva ; vetch/oat silage, Eva ; maize silage, Em) and of concentrate (CC).*

TABLEAU 2 : Production, charges de production, prix de revient des 3 fourrages (en Dinars tunisiens).

TABLE 2 : *Yields, production costs and costs prices of 3 forages (Tunisian Dinars).*

**TABEAU 3 : Croissance et consommation des animaux au cours des 5 périodes selon la ration de base.**

*TABLE 3 : Liveweight gain and intake of animals during 5 periods, according to basic diet.*

Ration de base	Poids initial	Poids moyen du lot par période (kg)					GMQ (g)
		1	2	3	4	5	
<b>Fva</b>	218,7	256,6	285,9	320,1	362,7	386,3	1 172 c
<b>Eva</b>	217,4	247,4	285,1	325,4	365,9	391,6	1 218 b
<b>Em</b>	211,2	249,3	290,3	331,0	379,3	405,5	1 359 a

  

	Concentré Ingéré* (kg/j)	Ingéré total par période (kg MS/j)					Ingéré moyen*
		1	2	3	4	5	
<b>Fva</b>	3,13 a	6,84	7,25	9,87	10,00	10,46	8,9 a
<b>Eva</b>	2,86 a	5,85	7,05	8,87	9,20	9,54	8,1 b
<b>Em</b>	2,78 b	6,67	7,90	8,90	9,71	9,84	8,6 a

\* les valeurs associées à différentes lettres sont significativement différentes au seuil de 5%

et l'ensilage de vesce - avoine (1 218 g). Des GMQ similaires ont été enregistrés par l'ITEB (1983) et SANSOUCY et al. (1984) avec de l'ensilage d'herbe et du foin, et par FRAJ et al. (1989 et 1992) avec de l'ensilage de maïs (résultats non publiés).

En moyenne, l'ingéré total (fourrage + concentré, tableau 3) était de 8,9, 8,1 et 8,6 kg MS/j respectivement pour le foin et l'ensilage de vesce - avoine et pour celui de maïs. La consommation d'ensilage de vesce - avoine était significativement inférieure ( $P < 0,05$ ) à celle des autres fourrages, sans doute à cause de son pH élevé (5,76) : elle a été inférieure de 5,8 % à celle de l'ensilage de maïs et de 9% par rapport à celle du foin.

Rapporté à la matière sèche totale ingérée (tableau 3), le concentré a représenté 35,17% avec le foin de vesce - avoine (3,13 kg), 35,31% avec l'ensilage de vesce - avoine (2,86 kg) et 32,3% avec celui de maïs (2,78 kg). Ceci se traduit bien sûr par des charges supplémentaires se répercutant à leur tour sur le prix de revient du kg de gain de poids vif.

### ■ Approche économique : intérêt de l'ensilage de maïs

Les marges présentées tableau 4 traduisent l'incidence économique que peut avoir le type de fourrage sur les marges, compte tenu des différences de coût de production et des potentialités propres à chaque culture. **L'ensilage de maïs permet un gain supérieur d'environ 81 D/taurillon à celui obtenu avec le foin** et de 39 D supérieur à celui obtenu avec l'ensilage de vesce - avoine (tableau 5). En production de viande, le mode de conservation du fourrage importe beaucoup : le même fourrage (vesce - avoine) est nettement mieux valorisé sous forme d'ensilage qu'en foin.

La productivité (en nombre de taurillons produits/ha) est un bon indicateur de la rentabilité. En effet, toute production supplémentaire d'animaux par unité de surface traduit les possibilités offertes par les potentialités des espèces fourragères utilisées, et engendre une amélioration des bénéfices de l'éleveur. On peut constater tableau 5 que **les**

Ration de base	Gain moyen (kg PV)	Charges d'engraissement (D)	Charges totales (D)	Prix de revient (D/kg PV)	Poids à la vente (kg)	Prix de vente (D)	Marge (D)
Fva	167,6	211	665	1,260	386,3	850	185
Eva	174,1	180	665	1,036	386,3	861	228
Em	194,3	172	625	0,885	405,5	892	267

**marges dégagées par hectare** (et donc la rentabilité) **sont multipliées par trois en passant du foin de vesce - avoine à l'ensilage de maïs.**

L'utilisation d'un matériel agricole propre à l'exploitation ou celui d'une coopérative de service formée par les agriculteurs eux-mêmes comprimerait considérablement les charges de production et améliorerait encore la marge bénéficiaire de l'éleveur.

TABLEAU 4 : **Charges d'engraissement, charges totales et marge par taurillon selon le type de fourrage.**

TABLE 4 : **Feeding costs, total costs and margin per bull for each type of forage.**

## Discussion - conclusion

Le choix du type de fourrage utilisé pour la production de taurillons est un facteur déterminant de la rentabilité d'une exploitation. En effet, la rentabilité est déterminée par le coût de production du kg de matière sèche et les potentialités qualitatives et quantitatives du fourrage produit. Nos résultats montrent clairement à quel point il serait économiquement intéressant d'introduire la culture du maïs (quand elle est possible) dans des systèmes de production autonomes.

L'ensilage de maïs est supérieur aux 2 autres fourrages pour la production (13 t MS/ha), le GMP (1 359 g), et plus intéressant pour la consommation de concentré, le prix de revient de l'UF et du kg de poids vif, la productivité (14 taurillons/ha), la marge par taurillon (267 Dinars tunisiens) et par hectare (3 733 Dinars). Par rapport à l'engraissement de taurillons avec du foin de vesce - avoine, la rentabilité est plus que doublée.

**Le maïs peut être envisagé pour produire un fourrage de qualité beaucoup moins cher que les autres fourrages** (mis à part le sorgho) **à condition qu'il soit bien conduit et que les conditions climatiques soient favorables et/ou l'irrigation possible.** Actuellement, la culture du maïs est possible au nord d'une ligne reliant Tunis et Jendouba.

En outre, dans ces circonstances, le maïs est une céréale d'été qui peut être cultivée en dérobé soit après une orge en vert, un ensilage de vesce - avoine ou de tritcale, soit après un foin comme dans le

	Fva	Eva	Em
Production (t MS/ha)	6,3	8,8	13,0
Fourrage ingéré (kg MS/taurillon)	900	800	900
Nombre de taurillons/ha	7	11	14
Marge par taurillon (D)	185	228	267
Marge par hectare (D)	1 297	2 503	3 734

TABLEAU 5 : **Résultats technico-économiques obtenus avec les 3 fourrages.**

TABLE 5 : **Technical and economic results obtained with the 3 forages.**

cas présent. De plus, en culture principale irriguée, deux cultures de maïs peuvent être envisagées pendant la durée d'une seule culture de vesce - avoine : le premier semis de maïs peut être effectué à partir de la 2<sup>e</sup> quinzaine de février, dès que la température du sol a dépassé 8°C ; l'ensilage est effectué en juin, avant de faire le 2<sup>e</sup> semis pour récolter l'ensilage vers la mi-septembre.

Par ailleurs, nos résultats montrent qu'il serait **plus profitable d'utiliser l'association de vesce - avoine sous forme d'ensilage que de foin.**

Au delà de la production de taurillons, ces résultats laissent entrevoir de sensibles marges de progrès par l'adoption du maïs (lorsque le milieu le permet) et par une meilleure exploitation des graminées et associations fourragères (ensilage). En améliorant qualitativement et quantitativement le bilan fourrager au sein des exploitations, cela permettrait de réduire considérablement le coût du kg de matière sèche et de l'UF, et ainsi d'améliorer la rentabilité des exploitations d'élevage.

Accepté pour publication, le 10 avril 1996.

### Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Mr. M. BEJAOUI pour avoir aimablement assuré la frappe de cet article.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDOULI H., KRAIEM K. (1989) : "Valeur fourragère et teneur en matières azotées totales de l'association vesce-avoine en présence de mauvaises herbes", *Revue de l'I.N.A.T.*, vol. 3, n° 2, 29-44.
- ABDOULI H., KRAIEM K., GOODRCH R. (1990) : "Evaluation of tunisian forages. I. Preliminary results on vetch-oat hays", *Agricultura Mediterranea*, 120, 385-390.
- ABDOULI H., FRAJ M., KRAIEM K. (1991) : "Prévision des digestibilités de la matière organique et des matières azotées des ensilages et des foin de vesce-avoine", *Options Méditerranéennes*, Série A, 16, 129-131
- DEMARQUILLY C. (1969) : "Valeur alimentaire du maïs fourrage", *Ann. Zoot.*, 18, p.17.
- FRAJ M., RAOUANI K., BEN BRAHIM H. (1989) : *Engraissement de taurillons Pie-Noir à base d'ensilage de maïs*, mémoire de fin d'études, ESA Mateur.
- FRAJ M., BEL-GHITHIA F. (1992) : *Engraissement de taurillons Pie-Noir à base d'ensilage de maïs: Estimation du coût de production d'un kg de gain de poids vif*, mémoire de fin d'études, ESA Mateur.
- FRAJ M., LAHMAR M., ABDOULI H. (1993) : "Production et valeur alimentaire du maïs plante entière en Tunisie", *Fourrages*, 133, 83-96.
- I.N.R.A. (1988) : *Alimentation des bovins, ovins et caprins*, Ouvrage collectif, p.55.
- I.T.E.B. (1983) : *Le taurillon*, édit. ITEB.
- JARRIGE R., DEMARQUILLY C. (1978) : "Panorama des méthodes de prévision de digestibilité et de la valeur énergétique des fourrages", *Alimentation des ruminants*, édit. INRA.

SANSOUCY R., BEN DHIA M., SOLTANE C. (1984) : "La complémentation des rations à base d'ensilage de céréales fourragères pour l'engraissement des taurillons du type local en Tunisie", *Fourrages*, 97, 86-94.

#### SUMMARY

##### **Comparison of profits from maize silage and from a vetch-oats crop used for silage or hay**

Hay from mixed vetch and oats is the main conserved forage in Tunisia. Its production is however small, and of poor quality. The benefits of vetch/oat or (irrigated) maize silages for the fattening of young beef bulls have been tested in trials set up in the region of Mateur. Data recorded were the crops' potentialities, their feeding value and the cost of the forages, as well as the liveweight gains of 3 lots of young beef bulls fed these forages during the fattening period (mean weight and intake, gross costs and expenses). This basic diet is complemented by concentrate. Dry matter productions were as follows : 6.3, 8.8 and 13.0 t/ha with hay, vetch/oat silage, and maize silage, respectively ; the costs of one Feed Unit are 0.160, 0.071, and 0.044 Tunisian Dinar respectively. The costs of one kg liveweight gain are assessed at 1.260, 1.036 but only 0.885 Dinar with maize silage, thanks to its good feeding value. The benefits are thus respectively 1 296, 2 503 et 3 733 Dinars/ha, constituting a good motivation for the use of silage and the introduction of maize when possible, for the fattening of young beef bulls.

- **Charges de culture des 3 fourrages utilisés** : prix d'achat des semences, charges de préparation du sol, d'entretien, de récolte et de conditionnement.

- **Coûts de mécanisation** (préparation du sol, semis, récolte, transports, entretien des taurillons,...) : déterminés sur la base des prix de location de la Société Nationale de Mécanisation (SONAM).

- **Coût de l'eau** : les quantités d'eau ingérées ont été estimées à 5,2 et 4,1 l/kg MS ingérée respectivement en été et en hiver.

- **Temps de travail** : le temps mis par un ouvrier pour entretenir un taurillon est estimé à partir des chronométrages répétés des opérations journalières (distribution des aliments, changement de la litière..).

- **Charges de pré-engraissement** : achat des taurillons (prix moyen : 330 D/tête), coût de la période de pré-engraissement (123,5 D/taurillon).

- **Charges d'engraissement** : la détermination des quantités ingérées des rations de base et du concentré utilisés pendant le séjour des animaux est basée sur les enregistrements faits au cours de l'essai confrontés aux enregistrements du bureau d'élevage de l'exploitation de l'E.S.A.M.

- **Amortissement des bâtiments** : calculé sur la base du prix de revient d'un m<sup>2</sup> couvert (150 D) et de l'aire réservée à chaque taurillon (2,1 m<sup>2</sup>). Les bâtiments sont amortis sur 20 ans, soit 10,615 D par tête pour les 286 jours.

- **Prise en compte de la production de fumier** : Estimée à 7,5 t/tête/an (litière comprise), la quantité de fumier recueilli par tête pendant le séjour (286 jours) a donc été de 6 tonnes. Le prix moyen de vente d'une tonne de fumier est de 10 D.

ANNEXE : Evaluation des charges de production des taurillons.

APPENDIX : Assessment of the production costs of the beef bulls.